

FR2811412

Publication Title:

Adsorption refrigeration device for refrigeration by evaporation and adsorption, comprises evaporator chamber containing refrigerant liquid with its vapor, connecting device and adsorption chamber containing adsorbent

Abstract:

An adsorption refrigeration device comprises an evaporator chamber (2), a connecting device (50) and an adsorption chamber containing an adsorbent (205) under vacuum. The chamber contains refrigerant liquid (L) with its vapor that evaporates under effect of a depression. The adsorbent comprises rigid block(s) having several cavities (220) and is capable of fixing the refrigerant liquid vapors. Preferred Features: Portion(s) of the cavities are feeder cavities (210) capable of diffusing vapors of refrigerant liquid on the absorbent.

Data supplied from the esp@cenet database - <http://ep.espacenet.com>

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

①1 N° de publication :
(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

2 811 412

②1 N° d'enregistrement national : 00 08835

⑤1 Int Cl⁷ : F 25 B 37/00, F 25 B 17/02

⑫

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2 Date de dépôt : 06.07.00.

③0 Priorité :

④3 Date de mise à la disposition du public de la
demande : 11.01.02 Bulletin 02/02.

⑤6 Liste des documents cités dans le rapport de
recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du
présent fascicule*

⑥0 Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

⑦1 Demandeur(s) : THERMAGEN Société anonyme —
FR.

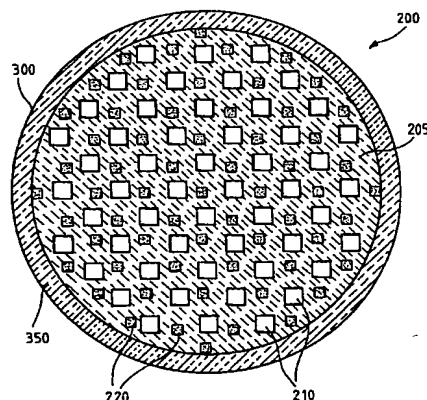
⑦2 Inventeur(s) : JEUCH PIERRE.

⑦3 Titulaire(s) :

⑦4 Mandataire(s) : CABINET BALLOT.

⑤4 DISPOSITIF DE REFRIGERATION PAR ADSORPTION.

⑤7 L'invention concerne un dispositif de réfrigération par
adsorption comportant un évaporateur contenant un liquide
réfrigérant qui s'évapore sous l'effet d'une dépression et un
adsorbant (200) apte à fixer les vapeurs du liquide réfrigé-
rant, caractérisé en ce que l'adsorbant (200) est constitué
d'un ou plusieurs bloc (s) rigide (s) (205) comportant une
pluralité d'alvéoles (210, 220), au moins une partie desdites
alvéoles étant des alvéoles d'alimentation (210) aptes à dif-
fuser les vapeurs du liquide réfrigérant sur l'adsorbant
(205), et une autre partie étant des alvéoles d'échange ther-
mique (220) aptes à évacuer la chaleur libérée lors de l'ad-
sorption des vapeurs du liquide réfrigérant.



FR 2 811 412 - A1



DISPOSITIF DE REFRIGERATION PAR ADSORPTION

La présente invention concerne un dispositif de réfrigération par évaporation et adsorption, dont le principe consiste à évaporer un liquide sous l'effet d'une dépression entretenue par adsorption des vapeurs dudit liquide. C'est l'évaporation de ce liquide réfrigérant contenu dans un évaporateur (une chambre, une cavité ou autre) qui provoque un refroidissement dans l'entourage de l'évaporateur. Une autre chambre, contenant des adsorbants est généralement reliée à l'évaporateur.

Le principe de la réfrigération par évaporation d'un liquide réfrigérant et adsorption de la vapeur de ce liquide a fait l'objet de nombreux développements, tant pour des systèmes cycliques (avec régénération des adsorbants par chauffage) que pour des systèmes à usage unique.

Dans tous ces dispositifs, l'adsorption s'accompagne d'une dissipation de chaleur dans les adsorbants conduisant à une élévation de température que l'on cherche à limiter en évacuant une partie de cette chaleur.

Les dispositifs cycliques comportent en général des adsorbants liés à des échangeurs thermiques qui permettent d'une part d'évacuer la chaleur dissipée par les adsorbants lors de la réaction d'adsorption des vapeurs du liquide réfrigérant, et d'autre part de chauffer ces adsorbants pour leur régénération.

Le principe de l'adsorption cyclique pour la réfrigération est exposé dans le brevet US 4 637 218.

Dans les systèmes cycliques, un liquide réfrigérant est évaporé par adsorption puis condensé,

les adsorbants étant régénérés par chauffage après avoir rempli leur fonction d'adsorption. Des échangeurs thermiques sont prévus d'une part pour refroidir les adsorbants lors de leur fonction d'adsorption, et
5 d'autre part pour chauffer ces adsorbants pour leur régénération.

Une des principales difficultés des dispositifs cycliques réside dans l'efficacité du couplage thermique entre les échangeurs de chaleur et les
10 adsorbants. Par exemple, un bon couplage thermique est difficile à atteindre avec des zéolithes qui sont des adsorbants très efficaces par ailleurs. En effet les adsorbants se présentent usuellement sous forme de grains ou de bâtonnets qui possèdent une très mauvaise
15 conductibilité thermique. Il en résulte une mauvaise efficacité des systèmes cycliques.

Le brevet US 5 535 817 fait une bonne analyse de ces difficultés et propose un procédé de mise en forme des zéolithes par dépôt sur une surface métallique conduisant à de bien meilleures performances. Les
20 zéolithes sont déposées directement sur la surface intérieure de tubes métalliques de manière à former un revêtement interne. Le procédé de dépôt proposé dans ce brevet est cependant complexe à mettre en œuvre ce qui
25 rend difficile son application dans le cas d'une production à bas coût et à grande échelle.

Dans le cas de dispositifs à usage unique, le brevet US 4 759 191 propose de limiter l'élévation de la température en ajoutant aux adsorbants différents
30 matériaux, en particulier des matériaux présentant un changement de phase solide-liquide entre 30°C et 70°C. Pour obtenir un effet significatif il faut cependant une quantité importante de matériaux à changement de phase solide-liquide (environ deux fois plus que

d'adsorbants). Ce brevet US 4 759 191 mentionne également la possibilité d'utiliser un matériau de changement de phase liquide-gaz ainsi que des températures d'adsorbants allant jusqu'à 100°C voire 110°C. Cependant les contraintes de mise en œuvre d'un tel dispositif ne sont pas analysées.

Le but de la présente invention est de pallier les inconvénients de l'art antérieur.

10 A cet effet, la présente invention propose une mise en forme des adsorbants particulièrement apte à l'évacuation de la chaleur dégagée durant l'adsorption et économiquement avantageuse à mettre en œuvre.

15 Selon l'invention, les adsorbants sont élaborés sous forme de blocs rigides présentant des alvéoles. Au moins une partie de ces alvéoles sert à favoriser la diffusion des vapeurs du liquide réfrigérant pour une adsorption efficace, et une autre partie peut servir à évacuer la chaleur dégagée lors de l'adsorption. Dans 20 le cas d'applications à des dispositifs cycliques, les alvéoles permettant d'évacuer la chaleur permettent également de chauffer les adsorbants pour leur régénération.

25 L'invention se rapporte plus particulièrement à un dispositif de réfrigération par adsorption comportant un évaporateur contenant un liquide réfrigérant qui s'évapore sous l'effet d'une dépression et un adsorbant apte à fixer les vapeurs du liquide réfrigérant, caractérisé en ce que l'adsorbant est constitué d'un ou 30 plusieurs bloc(s) rigide(s) comportant une pluralité d'alvéoles, au moins une partie desdites alvéoles étant des alvéoles d'alimentation aptes à diffuser les vapeurs du liquide réfrigérant sur l'adsorbant.

Selon une caractéristique, au moins une autre partie des alvéoles sont des alvéoles d'échange thermique aptes à évacuer la chaleur libérée lors de l'adsorption des vapeurs du liquide réfrigérant.

5 Selon une particularité de l'invention, le bloc présente deux zones séparées par une enveloppe étanche thermiquement conductrice, la première zone comportant l'adsorbant et les alvéoles d'alimentation et la
10 seconde zone comportant les alvéoles d'échange thermique, chaque zone débouchant respectivement sur une des faces du bloc.

 Selon les modes de réalisation, l'enveloppe étanche est constituée de tubes en métal, ou d'un film
15 plastique s'appuyant sur les parois des alvéoles d'échange thermique et sur une des faces du bloc.

 Selon une caractéristique, l'adsorbant est une zéolithe.

 Selon les modes de mise en œuvre, le liquide réfrigérant est de l'eau ou un alcool.

20 Selon une caractéristique, le bloc comporte en outre une isolation thermique sur sa périphérie, avantageusement constituée d'un mélange d'adsorbant et de résine.

25 Selon une première application, le dispositif selon l'invention est à usage unique.

 Selon une caractéristique, les alvéoles d'échange thermique contiennent des puits de chaleur constitués d'un matériau à changement de phase.

30 Selon un premier mode de réalisation, le matériau à changement de phase passe du solide au liquide.

 Selon une caractéristique, la seconde zone est scellée.

Selon un deuxième mode de réalisation, le matériau à changement de phase passe du liquide au gaz.

Selon une caractéristique, le bloc d'adsorbant comporte un diffuseur de vapeur sur sa face reliée aux alvéoles d'échange thermique.

Selon une caractéristique, le diffuseur de vapeur est constitué d'un matériau poreux hydrophobe.

Selon une autre caractéristique, la seconde zone est ouverte sur l'extérieur du bloc.

Selon une variante de mise en œuvre, le matériau à changement de phase comporte un additif aromatique dégageant une sensation de fraîcheur.

Selon une deuxième application, le dispositif selon l'invention est à usage cyclique comportant une phase d'adsorption et une phase de régénération de l'adsorbant, les alvéoles d'échange thermique étant en outre aptes à chauffer les adsorbants pour leur régénération.

Selon une caractéristique, les alvéoles d'échange thermique contiennent un fluide caloporteur constitué d'un matériau à changement de phase liquide-gazeux.

Selon une autre caractéristique, les alvéoles d'échange thermique sont fermées par un dôme dont la surface extérieure est en contact avec un fluide circulant dans un circuit thermique.

Selon une autre caractéristique, les alvéoles d'échange thermique comportent des tubes d'alimentation en fluide caloporteur.

Selon une particularité, la température d'ébullition du fluide caloporteur est différente dans les deux phases distinctes d'adsorption et de régénération.

Selon une caractéristique, la température d'ébullition du fluide caloporteur est réglée par la pression du fluide circulant dans le circuit thermique au contact des dômes.

5

La présente invention se rapporte également au procédé de fabrication du dispositif selon l'invention, caractérisé en ce qu'il comporte les étapes suivantes :

10

- obtention d'une pâte d'adsorbant par mélange des adsorbants avec de l'eau et un liant ;
- mise en forme du (des) bloc(s) d'adsorbant à partir de la pâte d'adsorbant ;
- séchage du (des) bloc(s) d'adsorbant ;
- cuisson du (des) bloc(s) d'adsorbant.

15

Selon un premier mode de réalisation, la mise en forme du (des) bloc(s) d'adsorbant est réalisée par pressage de la pâte d'adsorbant dans un moule.

20

Selon un deuxième mode de réalisation, la mise en forme du (des) bloc(s) d'adsorbant est réalisée par injection de la pâte d'adsorbant dans un moule.

Selon un troisième mode de réalisation, la mise en forme du (des) bloc(s) d'adsorbant est réalisée par extrusion en continu et découpe de la pâte d'adsorbant.

25

Selon un mode de réalisation, une enveloppe étanche est appliquée sur une des face du moule avant le pressage de la pâte d'adsorbant dans le moule.

30

Selon un autre mode de réalisation, une enveloppe étanche est déposée dans les alvéoles d'échange thermique et sur la face du bloc auquel elles sont reliées après la mise en forme dudit bloc.

Les particularités et avantages de l'invention apparaîtront clairement à la lecture de la description qui suit, donnée à titre d'exemple illustratif et non

limitatif, et faite en référence aux figures annexées dans lesquelles :

- 5 - La figure 1 est une vue schématique en coupe transversale d'une portion de bloc d'adsorbant du dispositif selon l'invention.
- La figure 2 est un schéma du dispositif selon l'invention dans une application à usage unique.
- 10 - La figure 3 est une vue schématique en coupe longitudinale d'une portion A du dispositif selon l'invention de la figure 2.
- La figure 4 un schéma du dispositif selon l'invention dans une application à usage cyclique.
- 15 - La figure 5 est une vue schématique en coupe longitudinale d'une portion B du dispositif selon l'invention de la figure 4.

20 L'invention propose de réaliser une mise en forme particulière des adsorbants qui permette d'une part une adsorption efficace, et d'autre part une évacuation aisée de la chaleur dégagée par la réaction d'adsorption et une régénération rapide desdits adsorbants si nécessaire.

25 En se référant à la figure 1, le dispositif selon l'invention présente la forme générale d'un bloc 200 composé d'adsorbants 205 mis en forme et placés dans une enceinte 300 comportant une isolation thermique 350 sur sa périphérie. Sur cette figure, le bloc 200
30 présent une forme circulaire, mais d'autres formes peuvent être envisagées, en particulier une forme rectangulaire.

 Selon une caractéristique essentielle de l'invention, le bloc 200 d'adsorbants 205 comporte une

pluralité d'alvéoles 210, 220 obtenues lors de la mise en forme desdits adsorbants 205 en bloc 200. Les sections de ces alvéoles 210, 220 peuvent être identiques ou varier selon les applications souhaitées.

5 Le dispositif selon l'invention est destiné à être associé au moins à un évaporateur contenant un liquide réfrigérant L apte à s'évaporer sous l'effet d'une dépression et dont les vapeurs V sont adsorbées par les adsorbants 205 mis en forme selon l'invention. Cette
10 association sera décrite plus amplement par la suite en référence aux figures 2 et 4.

Le liquide réfrigérant L est préférentiellement de l'eau mais il peut aussi être un alcool (méthanol, éthanol).

15 L'adsorbant 205 est préférentiellement une zéolithe. Par exemple, une zéolithe 13X ou zéolithe 4A en poudre fine (grains de quelques microns à quelques dizaines de microns) mélangée à un liant (une argile, par exemple kaolin) et à de l'eau pour donner une pâte
20 épaisse qu'il est possible de mettre en forme de bloc 200 muni d'alvéoles 210, 220.

L'isolation thermique 350 sur la périphérie du bloc 200 est avantageusement assurée par des zéolithes imbibées de résine afin d'obstruer leur porosité pour
25 éviter qu'elles n'adsorbent les vapeurs d'eau. Cette isolation 350 contribue en outre à la rigidité et à la robustesse du bloc 200 qui est alors collé sous vide dans l'enceinte 300, en aluminium ou en acier par exemple.

30 Au moins une partie des alvéoles sont des alvéoles d'alimentation 210 qui servent à la diffusion des vapeurs V du liquide réfrigérant L. Selon un mode de réalisation, toutes les alvéoles 210 peuvent être attribuées à cette fonction de diffusion des vapeurs V

du liquide réfrigérant L, sans qu'une évacuation de chaleur soit nécessaire. Il faut alors s'attendre à une efficacité limitée de l'adsorbant 205 par unité de masse au fur et à mesure de l'élévation de la température. Pour certains dispositifs, dans lesquels il est possible d'utiliser une grande quantité d'adsorbant, cette configuration est envisageable.

Selon un autre mode de réalisation, une partie seulement des alvéoles sont des alvéoles d'alimentation 210, l'autre partie étant des alvéoles d'échange thermique 220 destinées à l'évacuation de la chaleur dégagée par la réaction d'adsorption, et éventuellement à la régénération des adsorbants dans le cas d'un dispositif cyclique. Avantageusement, on attribue une alvéole sur deux pour chaque fonction.

Le bloc d'adsorbant 200 présente essentiellement deux zones séparées par une enveloppe 230, étanche au vide mais qui permet néanmoins un bon échange thermique. Une première zone 215, sous vide, contient l'adsorbant 205, des zéolithes par exemple, et les alvéoles d'alimentation 210, et une seconde zone 225, sous pression, contient les alvéoles d'échange thermique 220.

Avantageusement, l'enveloppe étanche 230 est déposée directement sur les parois des alvéoles d'échange thermique 220. Selon les modes de réalisation, cette enveloppe 230 peut être constituée de tubes étanches au vide, en métal par exemple, qui gainent les alvéoles d'échange thermique 220, ou d'un film constituant un revêtement étanche, comme un film en kapton ou en polyimide par exemple.

Chaque zone 215, 225 est hermétique et débouche sur une des faces du bloc 200. La première zone 215 est reliée à l'évaporateur et a pour fonction l'adsorption

sous vide des vapeurs V du liquide réfrigérant L. La seconde zone 225 peut être ouverte sur l'extérieur pour une évacuation de la chaleur, être scellée ou être fermée sur un circuit de refroidissement. Ces différentes dispositions seront décrites plus amplement en référence aux applications du dispositif selon l'invention.

Une application du dispositif selon l'invention va être décrite en référence aux figures 2 et 3 dans le cadre d'un usage unique.

Le bloc 200 d'adsorbants 205 est relié à un évaporateur 2 constitué d'une cavité sous vide d'air contenant un liquide réfrigérant L. Un dispositif de mise en communication 50, constitué d'un moyen de désoperculage ou d'une valve par exemple, permet de déclencher puis de maintenir l'adsorption des vapeurs V du liquide réfrigérant L. Ce dispositif de mise en communication 50 est relié à la première zone 215 du bloc 200, c'est à dire aux alvéoles d'alimentation 210 qui diffusent la vapeur V sur les adsorbants 205.

Le détail de la figure 3 permet de bien visualiser l'enveloppe étanche 230 entre les deux zones 215 et 225 du bloc 200.

Dans l'application du dispositif selon l'invention à un usage unique, les alvéoles d'échange thermique 220 contiennent des puits de chaleur constitués d'un matériau à changement de phase (solide-liquide ou liquide-gazeux selon les modes de réalisation).

Le matériau à changement de phase peut être de l'acétate de sodium qui passe de la phase solide à la phase liquide. La seconde zone 225 doit alors être scellée pour éviter un écoulement du liquide. Un bloc 200 entièrement fermé peut présenter des avantages mais

la quantité de matériau de changement de phase est importante à cause de la chaleur latente de l'acétate de sodium, ce qui est un inconvénient pour des dispositifs bas coût.

5 Le matériau à changement de phase peut également être de l'eau ou un alcool, qui passe de la phase liquide à la phase gazeuse. La seconde zone 225 peut alors être ouverte sur l'extérieur pour évacuer la chaleur dégagée par la réaction d'adsorption. Un
10 diffuseur 270 des vapeurs chaudes V' peut être prévu, dans la seconde zone 225, sur la face du bloc 200 opposée à l'entrée des vapeurs V du liquide réfrigérant L. Ce diffuseur 270 peut être constitué d'une couche poreuse hydrophobe qui laisse passer les vapeurs
15 chaudes V' mais pas le liquide du matériau de changement de phase. Ainsi, malgré une ouverture sur l'extérieur, le diffuseur 270 assure une protection mécanique et une "étanchéité" du bloc d'adsorbant 200.

20 Selon un mode de mise en œuvre, il est possible de prévoir un additif au matériau de changement de phase liquide-vapeur qui ajoute un arôme artificiel aux vapeurs chaudes V' dégagées vers l'extérieur du bloc 200. Cet arôme artificiel, à base d'eucalyptus ou de pastèque par exemple, produit avantageusement une
25 sensation de fraîcheur.

Une application du dispositif selon l'invention va être décrite en référence aux figures 4 et 5 dans le cadre d'un usage cyclique.

30 Un tel dispositif comporte deux ensembles d'adsorbants 200 et 201 qui fonctionnent successivement et alternativement en phase d'adsorption et de régénération.

Un circuit primaire 400, d'adsorption, relie les blocs d'adsorbants 200, 201 à un évaporateur 2 et à un condenseur 4, une vanne 60 deux positions permettant de connecter alternativement chaque bloque 200, 201 à l'un et l'autre. La vapeur V du liquide réfrigérant L circule dans ce circuit primaire 400.

Un circuit secondaire 410, de régénération, relie les blocs d'adsorbants 200, 201 à un réchauffeur 5 et à un refroidisseur 6. Une pompe 8 réversible fait circuler un fluide secondaire Vr dans ce circuit 410. La pompe 8 élève la pression du fluide secondaire Vr dans la portion de circuit 410 adjacente au bloc 200 en régénération, et un détendeur 9, situé entre les deux blocs 200, 201, abaisse la pression de ce fluide Vr dans la portion de circuit 410 adjacente au bloc 201 en adsorption.

Les circuits d'échange externes sont conformes à l'art antérieur :

- le froid est produit dans l'évaporateur 2,
- le condenseur 4 et le refroidisseur 6, qui peuvent être placés en série dans cet ordre, récupèrent les calories extraites,
- le réchauffeur 5 apporte une énergie complémentaire permettant le fonctionnement du dispositif.

La vue de détail B de la figure 5 permet de mieux décrire les particularités du dispositif selon l'invention dans son application à un usage cyclique.

Les alvéoles d'échange thermique 220 contiennent un fluide caloporteur L', constitué d'un matériau à changement de phase liquide-gazeux, tel que de l'eau ou un alcool, et un tube d'alimentation 240 en fluide caloporteur L'.

Selon une particularité de l'invention, ces alvéoles d'échange thermique 220 sont fermées par un couvercle en forme de dôme 250 qui assure un échange thermique avec le fluide Vr du circuit secondaire 410
5 circulant au-dessus de cette surface 250. La seconde zone 225 du bloc 200 englobe donc les alvéoles d'échange thermique 220 et leur dôme 250 dans l'enveloppe étanche 230.

La différence de température entre le fluide caloporteur L' au fond de l'alvéole d'échange thermique 220 et le fluide Vr du circuit secondaire 410 est très faible (quelques dizaines de degrés).
10

Lors de la phase d'adsorption, la chaleur transmise aux alvéoles d'échange thermiques 220, dégagée par l'adsorbant 205, fait évaporer le fluide caloporteur L' du fond de l'alvéole 220 vers le dôme 250 en vapeur chaudes V' sous pression qui chasse le fluide caloporteur L' présent dans le dôme 250 vers le fond du tube d'alimentation 240. Ces vapeurs chaudes V'
15 sont alors condensées dans le dôme 250 en contact avec le fluide Vr, plus froid, du circuit secondaire 410.
20

Inversement, lors de la phase de régénération, le fluide Vr du circuit secondaire 410 est plus chaud (par l'action conjointe du réchauffeur et de la pompe réversible 8) et provoque un échauffement du dôme 250 entraînant l'évaporation du liquide caloporteur L' qui se condense dans l'alvéole 220, cédant ainsi sa chaleur aux adsorbants 205 à régénérer. Le fluide condensé L' sort de l'alvéole 220 par le tube d'alimentation 240
25 vers le dôme 250.
30

Selon la particularité avantageuse de mise en œuvre de l'invention, la température d'ébullition du fluide caloporteur L' est différente dans les deux phases distinctes d'adsorption et de régénération,

cette différence de température d'ébullition étant réglée par la différence de pression du fluide V_r circulant dans le circuit secondaire 410 en contact avec les dômes 250.

5

Un procédé de réalisation du bloc d'adsorbant 200 selon l'invention va maintenant être précisé.

Préférentiellement, la mise en forme du bloc d'adsorbant 200 avec ses alvéoles 210, 220 peut être
10 réalisée par moulage, par injection ou pressage dans un moule d'une pâte composée de poudre d'adsorbants mélangée à de l'eau et à un liant.

La mise en forme du bloc d'adsorbant 200 peut également être réalisée par extrusion en continu, à
15 travers une filière au moyen d'une vis sans fin, suivie d'une découpe, par exemple par un fil, du type fil à couper le beurre.

Le bloc 200 est séché, à 100°C sous air sec par exemple, puis totalement déshydraté par cuisson, à
20 450°C sous un vide de 0.1 Pa par exemple. La périphérie du bloc 200 est ensuite imbibée de résine pour constituer une isolation thermique 350 et le bloc 200 est placé dans une enceinte 300 par collage sous vide.

La mise en forme du bloc 200 par moulage permet de
25 réaliser directement la séparation étanche 230 entre les deux zones 215 et 225, en réalisant des alvéoles 210 et 220 qui ne débouchent, respectivement, que sur une face du bloc 200. Par exemple, la pâte d'adsorbant 205 peut être pressée directement sur des tubes
30 métalliques ou un film plastique étanches 230 disposé sur une des faces du moule. La forme conique des alvéoles 210, 220 permet essentiellement de faciliter le démoulage.

Dans le cas d'une mise en forme du bloc 200 par extrusion, les alvéoles 210, 220 sont ouvertes des deux côtés du bloc 200. Des grilles métalliques percées peuvent être collées de part et d'autre du bloc 200 afin de boucher une ouverture d'alvéole sur deux sur chaque face et un film étanche 230 peut être déposé, par pulvérisation par exemple, sur les alvéoles 220 destinées à l'échange thermique.

REVENDICATIONS

1. Dispositif de réfrigération par adsorption comportant un évaporateur contenant un liquide réfrigérant (L) qui s'évapore sous l'effet d'une dépression et un adsorbant (205) apte à fixer les vapeurs (V) du liquide réfrigérant (L), caractérisé en ce que l'adsorbant (205) est constitué d'un ou plusieurs bloc(s) rigide(s) (200) comportant une pluralité d'alvéoles (210, 220), au moins une partie desdites alvéoles étant des alvéoles d'alimentation (210) aptes à diffuser les vapeurs (V) du liquide réfrigérant (L) sur l'adsorbant (205).

2. Dispositif de réfrigération selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'au moins une autre partie des alvéoles sont des alvéoles d'échange thermique (220) aptes à évacuer la chaleur libérée lors de l'adsorption des vapeurs (V) du liquide réfrigérant (L).

3. Dispositif de réfrigération selon la revendication 2, caractérisé en ce que le bloc (200) présente deux zones (215, 225) séparées par une enveloppe étanche (230) thermiquement conductrice, la première zone (215) comportant l'adsorbant (205) et les alvéoles d'alimentation (210) et la seconde zone (225) comportant les alvéoles d'échange thermique (220), chaque zone (215, 225) débouchant respectivement sur une des faces du bloc (200).

4. Dispositif de réfrigération selon la revendication 3, caractérisé en ce que l'enveloppe étanche (230) est constituée de tubes en métal.

5 5. Dispositif de réfrigération selon la revendication 3, caractérisé en ce que l'enveloppe étanche (230) est constituée d'un film plastique s'appuyant sur les parois des alvéoles d'échange thermique (220) et sur une des faces du bloc (200).

10

6. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que l'adsorbant (205) est une zéolithe.

15 7. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que le liquide réfrigérant (L) est de l'eau.

20 8. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que le liquide réfrigérant (L) est un alcool.

25 9. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que le bloc (200) comporte en outre une isolation thermique (350) sur sa périphérie.

30 10. Dispositif selon la revendication 9, caractérisé en ce que l'isolation thermique (350) est constituée d'un mélange d'adsorbant (205) et de résine.

11. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 10, caractérisé en ce qu'il est à usage unique.

12. Dispositif de réfrigération selon la revendication 11, caractérisé en ce que les alvéoles d'échange thermique (220) contiennent des puits de chaleur constitués d'un matériau à changement de phase.

5

13. Dispositif de réfrigération selon la revendication 12, caractérisé en ce que le matériau à changement de phase passe du solide au liquide.

10

14. Dispositif de réfrigération selon la revendication 13, caractérisé en ce que le matériau est de l'acétate de sodium.

15

15. Dispositif de réfrigération selon l'une des revendications 13 à 14, caractérisé en ce que la seconde zone (225) est scellée.

20

16. Dispositif de réfrigération selon revendication 12, caractérisé en ce que le matériau à changement de phase passe du liquide au gaz.

25

17. Dispositif de réfrigération selon revendication 16, caractérisé en ce que le matériau est de l'eau.

30

18. Dispositif de réfrigération selon l'une des revendications 16 à 17, caractérisé en ce que le bloc d'adsorbant (200) comporte un diffuseur de vapeur (270) sur sa face reliée aux alvéoles d'échange thermique (220).

19. Dispositif de réfrigération selon la revendication 18, caractérisé en ce que le diffuseur de

vapeur (270) est constitué d'un matériau poreux hydrophobe.

5 20. Dispositif de réfrigération selon l'une des revendications 16 à 19, caractérisé en ce que la seconde zone (225) est ouverte sur l'extérieur du bloc (200).

10 21. Dispositif de réfrigération selon la revendication 20, caractérisé en ce que le matériau à changement de phase comporte un additif aromatique dégageant une sensation de fraîcheur.

15 22. Dispositif de réfrigération selon l'une des revendications 1 à 10, caractérisé en ce qu'il est à fonctionnement cyclique comportant une phase d'adsorption et une phase de régénération de l'adsorbant, les alvéoles d'échange thermique (220) étant en outre aptes à chauffer les adsorbants (205)
20 pour leur régénération.

23. Dispositif de réfrigération selon la revendication 22, caractérisé en ce que les alvéoles d'échange thermique (220) contiennent un fluide
25 caloporteur (L') constitué d'un matériau à changement de phase liquide-gazeux.

24. Dispositif de réfrigération selon l'une des revendications 22 à 23, caractérisé en ce que les
30 alvéoles d'échange thermique (220) sont fermées par un dôme (250) dont la surface extérieure est en contact avec un fluide (Vr) circulant dans un circuit thermique (410).

25. Dispositif de réfrigération selon l'une des revendications 22 à 24, caractérisé en ce que les alvéoles d'échange thermique (220) comporte des tubes d'alimentation (240) en fluide caloporteur (L').

5

26. Dispositif de réfrigération selon l'une des revendications 23 à 25, caractérisé en ce que la température d'ébullition du fluide caloporteur (L') est différente dans les deux phases distinctes d'adsorption et de régénération.

10

27. Dispositif de réfrigération selon la revendication 26, caractérisé en ce que la température d'ébullition du fluide caloporteur (L') est réglée par la pression du fluide (Vr) circulant dans le circuit thermique (410) au contact des dômes (250).

15

28. Procédé de fabrication du dispositif selon les revendications 1 à 27, caractérisé en ce qu'il comporte les étapes suivantes :

20

- obtention d'une pâte d'adsorbant par mélange des adsorbants avec de l'eau et un liant ;
- mise en forme du (des) bloc(s) d'adsorbant à partir de la pâte d'adsorbant ;
- séchage du (des) bloc(s) d'adsorbant ;
- cuisson du (des) bloc(s) d'adsorbant.

25

29. Procédé de fabrication selon la revendication 28, caractérisé en ce que la mise en forme du (des) bloc(s) d'adsorbant est réalisée par pressage de la pâte d'adsorbant dans un moule.

30

30. Procédé de fabrication selon la revendication 28, caractérisé en ce que la mise en forme du (des)

bloc(s) d'adsorbant est réalisée par injection de la pâte d'adsorbant dans un moule.

5 31. Procédé de fabrication selon la revendication 28, caractérisé en ce que la mise en forme du (des) bloc(s) d'adsorbant est réalisée par extrusion en continu et découpe de la pâte d'adsorbant.

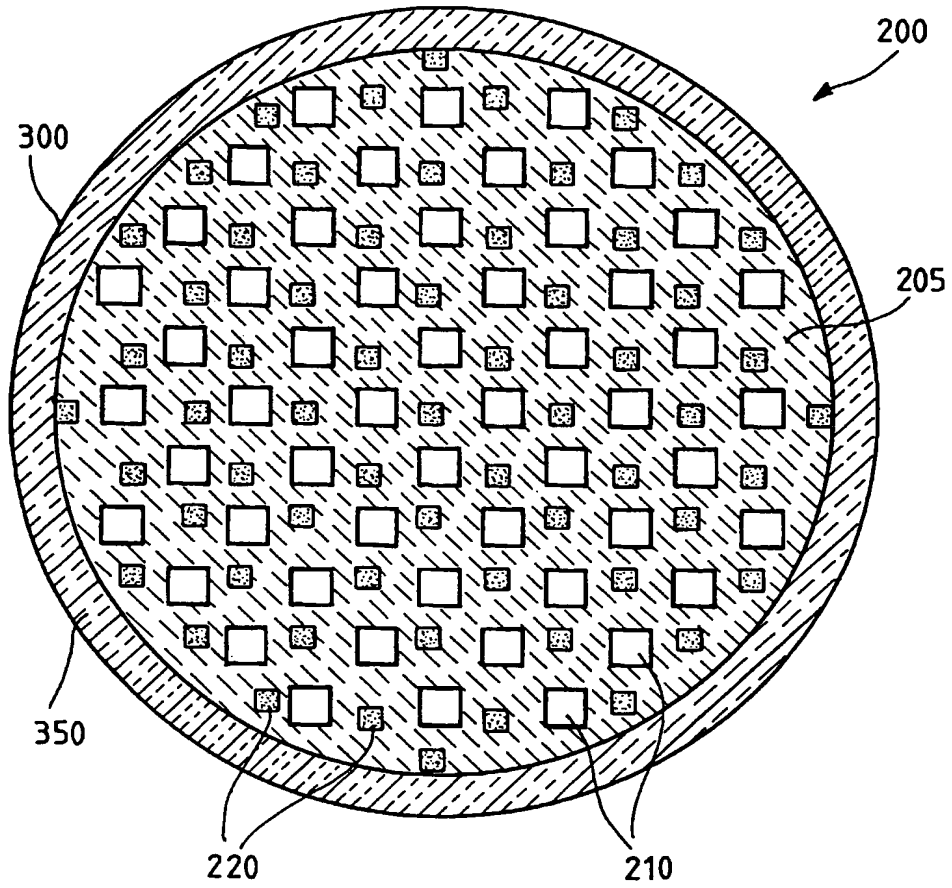
10 32. Procédé de fabrication selon la revendication 29, caractérisé en ce qu'il comporte en outre une étape de réalisation d'une enveloppe étanche (230), ladite enveloppe (230) étant appliquée sur une des face du moule avant le pressage de la pâte d'adsorbant dans le moule.

15 33. Procédé de fabrication selon l'une des revendications 30 à 31, caractérisé en ce qu'il comporte en outre une étape de réalisation d'une enveloppe étanche (230), ladite enveloppe (230) étant
20 déposée dans les alvéoles d'échange thermique (220) et sur la face du bloc (200) auquel elles sont reliées après la mise en forme dudit bloc (200).

25

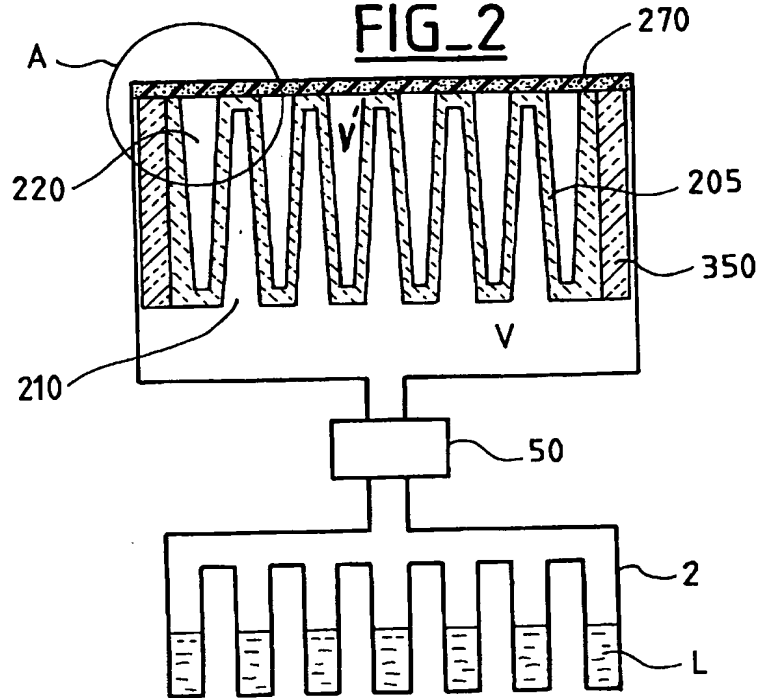
1/4

FIG_1



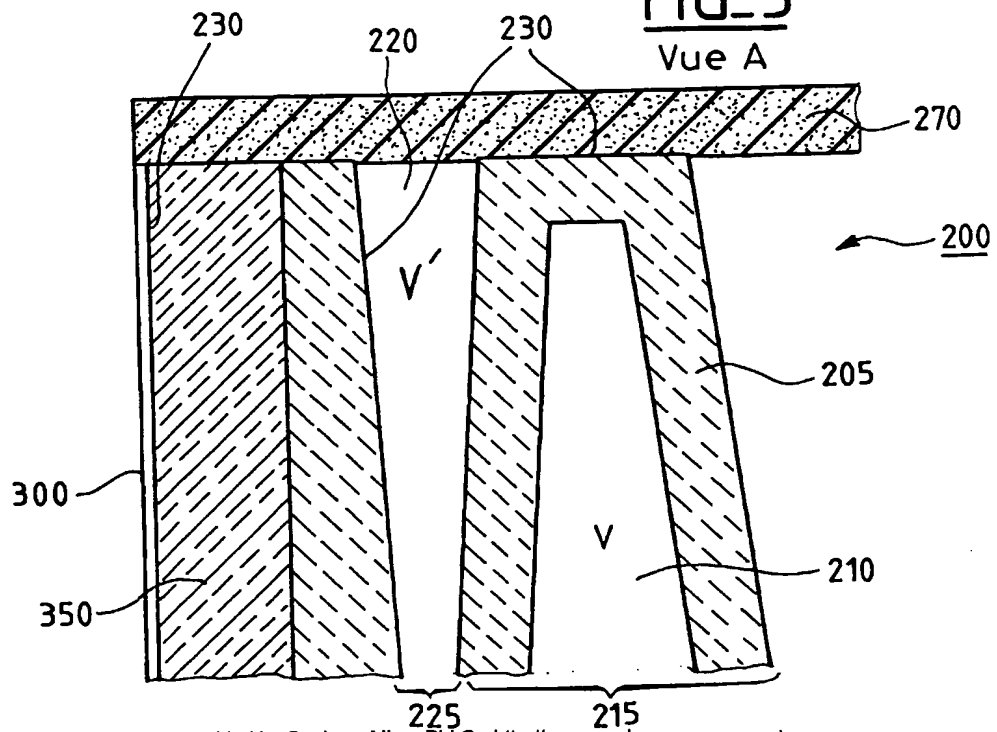
2/4

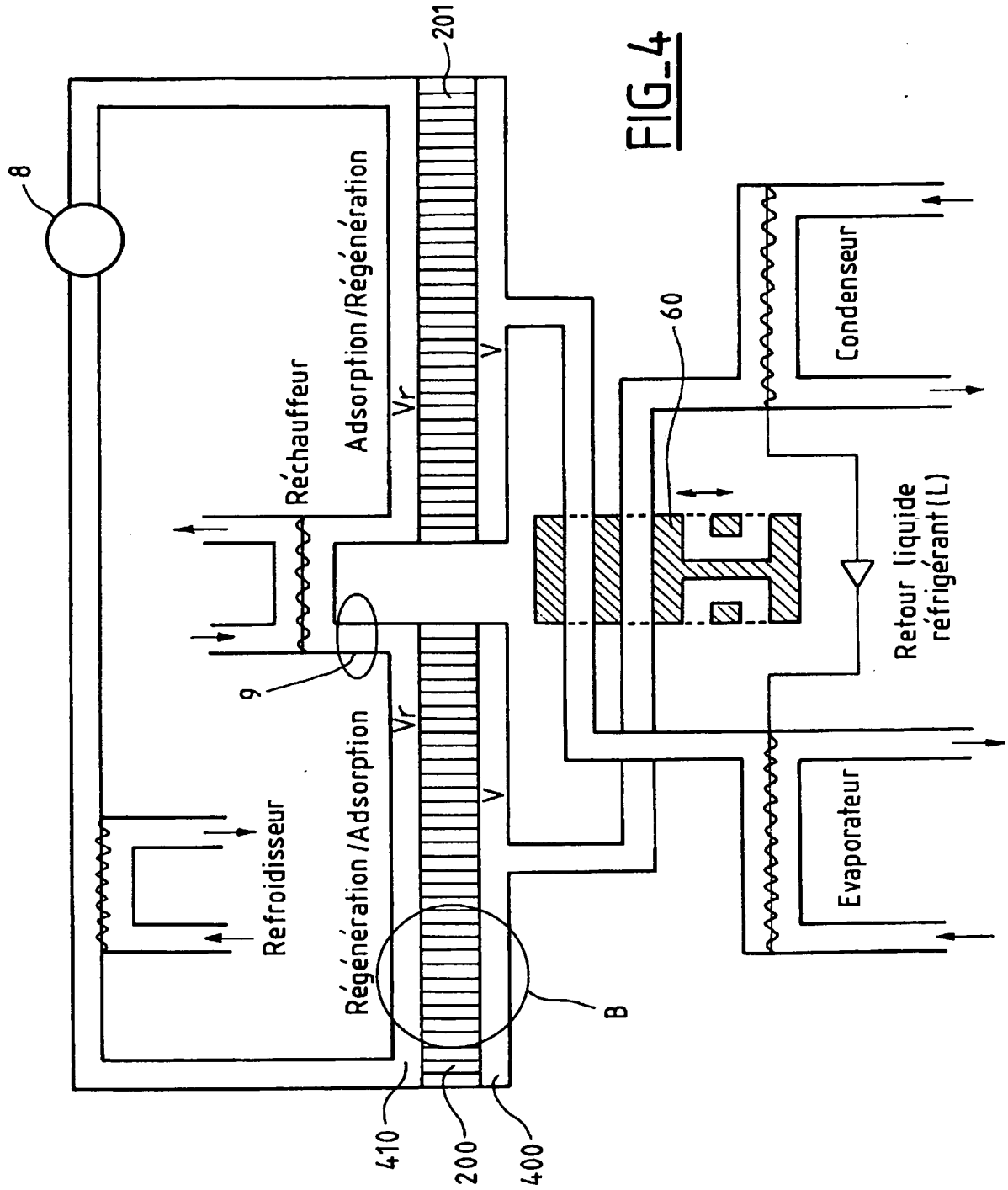
FIG_2



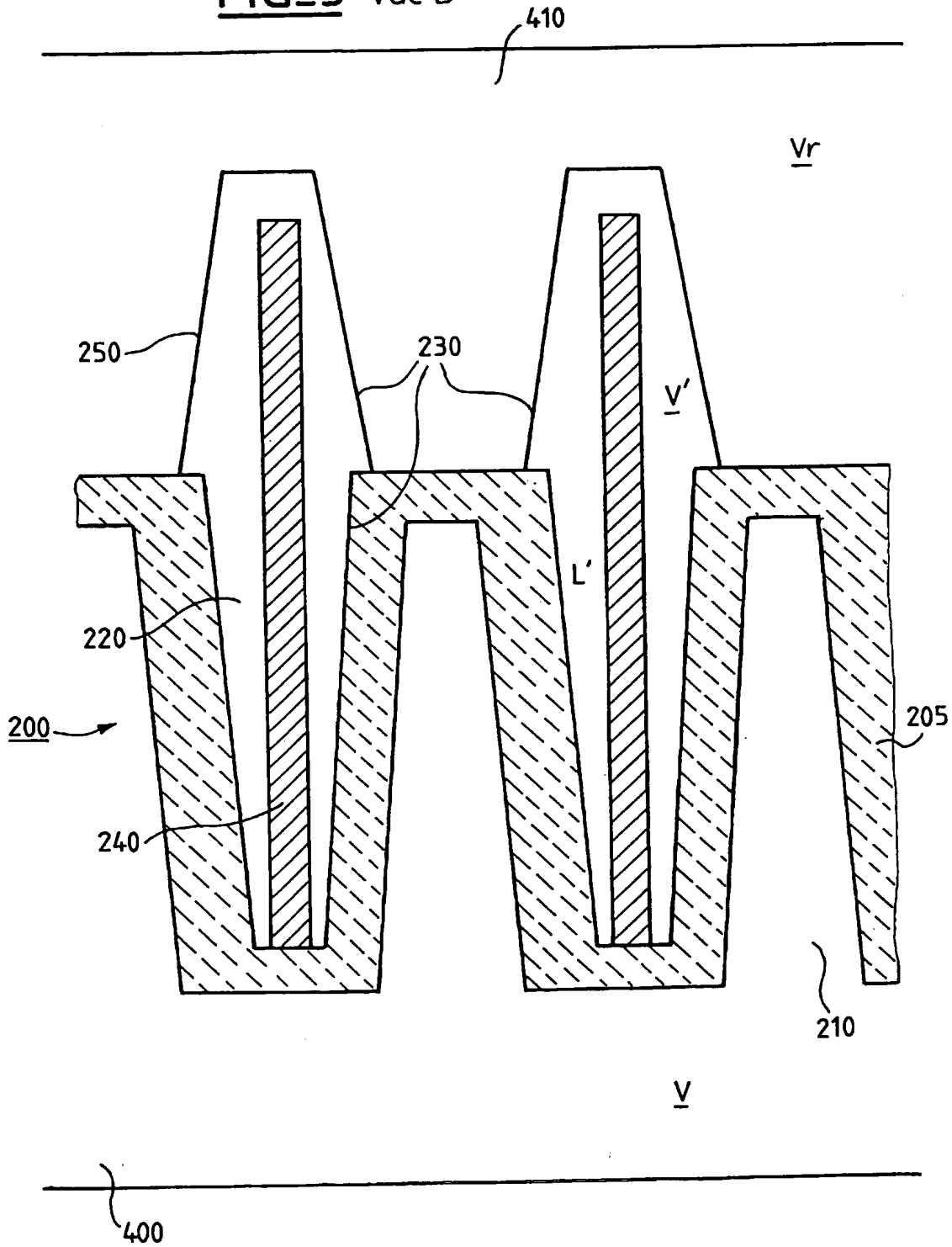
FIG_3

Vue A





4/4
FIG_5 Vue B





RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE

établi sur la base des dernières revendications
déposées avant le commencement de la recherche

2811412

N° d'enregistrement
nationalFA 591838
FR 0008835

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
D,A	US 4 637 218 A (TCHERNEV DIMITER I) 20 janvier 1987 (1987-01-20) * colonne 14, ligne 66 - colonne 15, ligne 56; figures 18-20 *	1,6,7, 28,29	F25B37/00 F25B17/02
A	FR 2 703 763 A (SOFRIGAM) 14 octobre 1994 (1994-10-14) * page 5, ligne 17 - page 14, ligne 6; figures 1-5 *	1,2	
A	WO 00 31206 A (OLSSON RAY ;KAAREBRING OLSSON MONA (FI); JONSSON STAFFAN (SE); SUN) 2 juin 2000 (2000-06-02) * page 7, ligne 30 - page 23, ligne 11; figures 1-6 *	1,3	
A	FR 2 455 713 A (WALLSTEN HANS) 28 novembre 1980 (1980-11-28) * page 12, ligne 29 - page 24, ligne 25; figures 1-15 *	1,5-7	
A	FR 1 029 877 A (S. E. R. A. M. (SOCIÉTÉ D'ÉTUDES, DE RECHERCHES ET D'APPLICATIONS ...)) 9 juin 1953 (1953-06-09) * page 2, colonne de gauche, alinéa 3 - colonne de droite, alinéa 4; figures 1-9 *	1,6,7	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (Incl. CL. 7) F25B B01D B01J
D,A	US 4 759 191 A (THOMAS DENNIS A ET AL) 26 juillet 1988 (1988-07-26) * colonne 3, ligne 46 - colonne 7, ligne 68; figure 1 *	6-8,11, 14	
A	WO 99 49964 A (HOEFER HANS H ;FRITZ HANS G (DE); GRACE GMBH (DE); TREFZGER CHRIS) 7 octobre 1999 (1999-10-07) * page 17, ligne 20 - page 22, ligne 34 *	28,31	
-/--			
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
6 avr11 2001		Boets, A	
<p>CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS</p> <p>X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire</p> <p>T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant</p>			

 1
EPO FORM 1503 12.99 (P04C14)



RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE

établi sur la base des dernières revendications
déposées avant le commencement de la recherche

2811412

N° d'enregistrement
nationalFA 591838
FR 0008835

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
A	DE 197 30 697 A (BUDERUS HEIZTECHNIK GMBH) 21 janvier 1999 (1999-01-21)		
A	DE 94 04 126 U (FAERBER WILFRIED) 30 juin 1994 (1994-06-30)		
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (Int.CL.7)
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
6 avr11 2001		Boets, A	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant			

1
EPO FORM 1503 12-99 (P04C14)